

УДК 519.85

ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ «КАРМА» И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЯ

Горбунов М.А., Медведев А.В., Победаш П.Н., Смольянинов А.В.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет экономики, статистики и информатики», Кемеровский филиал, Кемерово,

e-mail: michaelgorbunov@mail.ru, alexm_62@mail.ru, pobed_pnp@mail.ru

В статье приводится описание финансово-аналитического программного продукта, в основе которого лежит решение линейной задачи оптимального управления в дискретном времени. Кратко изложена концепция моделирования экономических процессов и математический инструментарий для решения задач указанного класса в целях бизнес-планирования. Описана технология построения информационных услуг, а также режимы работы автоматизированного программного комплекса. Приводится краткая характеристика этих режимов и описываются конкурентные преимущества пакета с точки зрения занесения и обработки информации в режиме конструктора моделей и автоматизированного рабочего места бизнес-аналитика. Рассмотрен ряд приложений пакета для решения задач бизнес-планирования как на микро-, так и на мезоэкономическом уровне в аспектах анализа инвестиционных проектов и финансово-хозяйственной деятельности, что в совокупности понимается как стратегическое бизнес-планирование. Подчеркивается необходимость использования именно оптимизационных подходов к моделированию и оценке эффективности стратегического бизнес-планирования.

Ключевые слова: пакет финансового анализа, технология построения информационных услуг, бизнес-планирование, инвестиционный проект, модель оптимального управления

AN OPTIMIZATION PACKAGE «KARMA» AND ITS APPLICATION IN THE BUSINESS PLANNING TASKS

Gorbunov M.A., Medvedev A.V., Pobedash P.N., Smolyaninov A.V.

Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics, Kemerovo branch,

Kemerovo, e-mail: michaelgorbunov@mail.ru, alexm_62@mail.ru, pobed_pnp@mail.ru

The article describes the financial and analytical software, based on the solution of the optimal control problem. Summarized the concept of modeling and mathematical tools of optimal control for solving of business planning problems. The technology of information services building and the modes of operation of the automated software system are described. A brief description of the operating modes and the competitive advantages of the package in terms of entering and processing of information in design models and workstation of business analyst. Considered a number of applications using the package for solving of business planning problems at both the micro- and mesoeconomic level on aspects of investment projects analysis and the financial and economic activity. It is understood, in the aggregate, as a strategic business planning. Emphasizes the need to use exactly optimization approaches to modeling and evaluation of strategic business planning.

Keywords: financial analysis program package, technology of creation of information services, business planning, investment project, optimal control problem

В условиях рыночной экономики предприниматели и бизнесмены сталкиваются с проблемами определения приоритетов развития своего бизнеса, поиска и оценки эффективности распределения ресурсов для обеспечения такого развития и в первую очередь инвестиционного ресурса. Решение указанных проблем в настоящее время практически невозможно без применения автоматизированных программных средств обработки бизнес-информации.

Современные российские (Project Expert, Альт-Инвест, ИНЭК-Аналитик и др.) и зарубежные (SAP R/3, COMFAR и др.) программные продукты, ориентированные на бизнес-планирование, включающие модули планирования ресурсов предприятия (ERP-приложения), управления бизнес-процессами (BPM-приложения) и другие, базируются [6] на использовании преимущественно имитационных моделей

описания комплекса бизнес-процессов, то есть не являются задачами оптимального управления. Это не позволяет находить объемы инвестиций, производства продукции и соответствующие показатели финансово-хозяйственной деятельности, выявляющие наилучшие (в смысле выбранных критериев) варианты реализации бизнес-процессов с точки зрения решения задач планирования инвестиционной, производственной, финансовой деятельности (бизнес-планирования). С другой стороны, имеющиеся оптимизационные пакеты либо излишне идеализируют деятельность предприятия, описывая ее производственными функциями абстрактно-математического характера, либо (например, [3]) труднодоступны и громоздки в использовании, что зачастую не удовлетворяет целевую аудиторию конечных пользователей данных пакетов (предпринимателей, бизнес-аналитиков, экономистов).

В этой связи для решения указанных задач бизнес-планирования, на наш взгляд, целесообразно ориентироваться на комбинацию имитационных и оптимизационных методов [1], разрабатывая оптимизационные пакеты финансового анализа, основанные на моделях предприятия, использующих универсальные бухгалтерские алгоритмы и учитывающих юридические особенности, принятые в Российской Федерации при расчете доходных и расходных составляющих финансовых потоков производителя. Указанным требованиям, на наш взгляд, удовлетворяет разработанный авторами программный продукт [4]. В данной работе кратко описывается лежащее в его основе математическое и программное обеспечение поддержки принятия оптимальных решений.

Рассмотрим задачу бизнес-планирования в форме многокритериальной, многошаговой задачи линейного программирования (ММЗЛП) вида

$$\begin{aligned} x(t+1) &= A(t)x(t) + B(t)u(t); & x(0) &= a; \\ C(t)x(t) + D(t)u(t) &\leq h(t); \\ u(t) &\geq 0 \quad (t = 0, \dots, T-1); \\ \bar{J} &= \{J^1, \dots, J^K\} \rightarrow \max; \end{aligned} \quad (1)$$

$$J^v = \sum_{t=0}^{T-1} [(a^v(t), x(t)) + (b^v(t), u(t))] + (a^v(T), x^v(T)),$$

где $u(t) = [u_l(t)]$ и $x(t) = [x_k(t)]$ – соответственно управляющий и фазовый векторы; $A(t) = [a_{ij}(t)]$; $B(t) = [b_{il}(t)]$; $C(t) = [c_{kj}(t)]$; $D(t) = [d_{ik}(t)]$ матрицы; a , $a^v(t) = [a_i^v(t)]^v$; $b^v(t) = [b_l^v(t)]^v$; $s(t) = [s_l(t)]$; $h(t) = [h_k(t)]$ – векторы; $(i, j = 1, \dots, n; l = 1, \dots, r; k = 1, \dots, m; t = 0, \dots, T; v = 1, \dots, K)$; J^v – v -й целевой критерий ($v = 1, \dots, K$); K – количество критериев; r, m, T – размерность управляющего вектора, число ограничений и временных шагов соответственно; (α_0, β_0) – скалярное произведение векторов α_0, β_0 ; n – количество видов продукции.

Переменные $u(t)$ и $x(t)$, а также элементы матриц и векторов уравнений движения, ограничений и целевых критериев подробно описаны в работе [10]. В работе [7] приведен содержательный смысл используемых в (1) переменных.

В экономических системах справедлив закон временной стоимости денежных потоков, гласящий, что любой сегодняшний финансовый поток обесценивается с течением времени. Для задачи (1) указанный закон может быть смоделирован примене-

нием операции дисконтирования целевых критериев:

$$\begin{aligned} \overline{a^v(t)} &= \frac{a^v(t)}{(1+r)^t}, \quad (t = 0, \dots, T); \\ \overline{b^v(t)} &= \frac{b^v(t)}{(1+r)^t}, \quad (t = 0, \dots, T-1); \\ v &= 1, \dots, K. \end{aligned} \quad (2)$$

Учитывая особенность коэффициентов целевых критериев, содержащих дисконтирующие множители, с помощью z -преобразования [12] или z^T -преобразования [15] от анализа задачи (1) можно перейти к исследованию ее статических аналогов (z -или z_T -задач) меньшей размерности:

$$\begin{aligned} {}^{(k)}c_{1 \times 2n} \cdot X_{2n \times 1}(z) &\rightarrow \max; \\ A_{L \times 2n} \cdot X_{2n \times 1}(z) &\leq b_{L \times 1}, \quad (k = 1, \dots, K) \quad (3) \\ {}^{(k)}c_{1 \times 2n} \cdot X_{2n \times 1}(z_T) &\rightarrow \max; \\ A_{L \times 2n} \cdot X_{2n \times 1}(z_T) &\leq b_{L \times 1}, \quad (k = 1, \dots, K), \quad (4) \end{aligned}$$

где L – количество ограничений, описывающих конкретный вид производственной деятельности; $b_{L \times 1}$ – вектор-столбец правых частей ограничений; $c_{1 \times 2n}$ – вектор-строка коэффициентов целевой функции; $A_{L \times 2n}$ – матрица коэффициентов ограничений.

Оптимальные решения построенных таким образом задач вида (3), (4) сохраняют [12] некоторые важные свойства решений исходной задачи (1), а сами задачи могут быть теоретически исследованы и численно решены (например, на основе вариантов симплекс-метода Дж. Данцига) при практически значимых размерностях, определяемых количеством видов продукции и содержательных ограничений (в авторских расчетах значения n достигали нескольких десятков) в моделируемых бизнес-процессах.

Технология построения информационных услуг

На основе описанного выше математического инструментария разработан комплекс прикладных программ [4, 13], представляющий собой совокупность автоматизированной информационной системы внесения, обработки и анализа входной информации, решателя и многопараметрического графоанализатора решений одно- и многокритериальных задач линейного программирования (МЗЛП). Пакет [4] ориентирован на различных пользователей. Специалисту-математику он позволяет создавать и корректировать математические модели в форме МЗЛП,

а также контролировать корректность внесения информации. Экономисту-аналитику, бизнесмену – в удобном режиме создавать собственную конфигурацию бизнес-проекта (выделяя блоки характеристик активов, продукции, внешнего окружения проекта, финансовый блок и т.п.) и заносить входную статистическую и экспертную информацию. А обоим вместе – представлять результаты расчетов как в виде графиков многопараметрических зависимостей, так и в виде Парето-множеств в критериальном пространстве (двух или трех критериев). Пакет [4] предусматривает два режима работы –

- 1) конструктор моделей;
- 2) автоматизированное рабочее место аналитика, краткое описание которых приводится далее.

Конструктор моделей

При решении как много-, так и одношаговых задач оптимального управления вида (1) или (3) часто бывает затруднено занесение матричной информации, в первую очередь из-за большого количества или значительной размерности исходных матриц и, как следствие, отсутствия наглядности занесенной информации. Конструктор моделей позволяет создавать пользователь-

ские модели в визуальном режиме, поблоч-но формируя указанные матрицы. При этом пользователь имеет возможность редактировать векторно-матричную информацию, имея перед глазами как образ всей матрицы, так и ее произвольных блоков (как показано на рис. 1, где представлен типичный скриншот конструктора моделей).

Кроме того, в пакете также имеется отладчик, позволяющий обнаруживать ошибки или противоречия в занесенной числовой информации) в занесении числовой информации модели (рис. 2).

Автоматизированное рабочее место (АРМ) бизнес-аналитика

В этом режиме исследователь после внесения числовой информации из предметной области на выходе получает результаты расчета, а также возможности их графического анализа. Данный режим работы предъявляет минимальные требования к подготовке пользователя – владение информацией о содержательном смысле числовых параметров модели, – предоставляя возможность легко освоить работу с пакетом студентам или специалистам с относительно небольшим набором знаний в предметной области. Пример окна интерфейса работы пакета в описываемом режиме приведен на рис. 3.

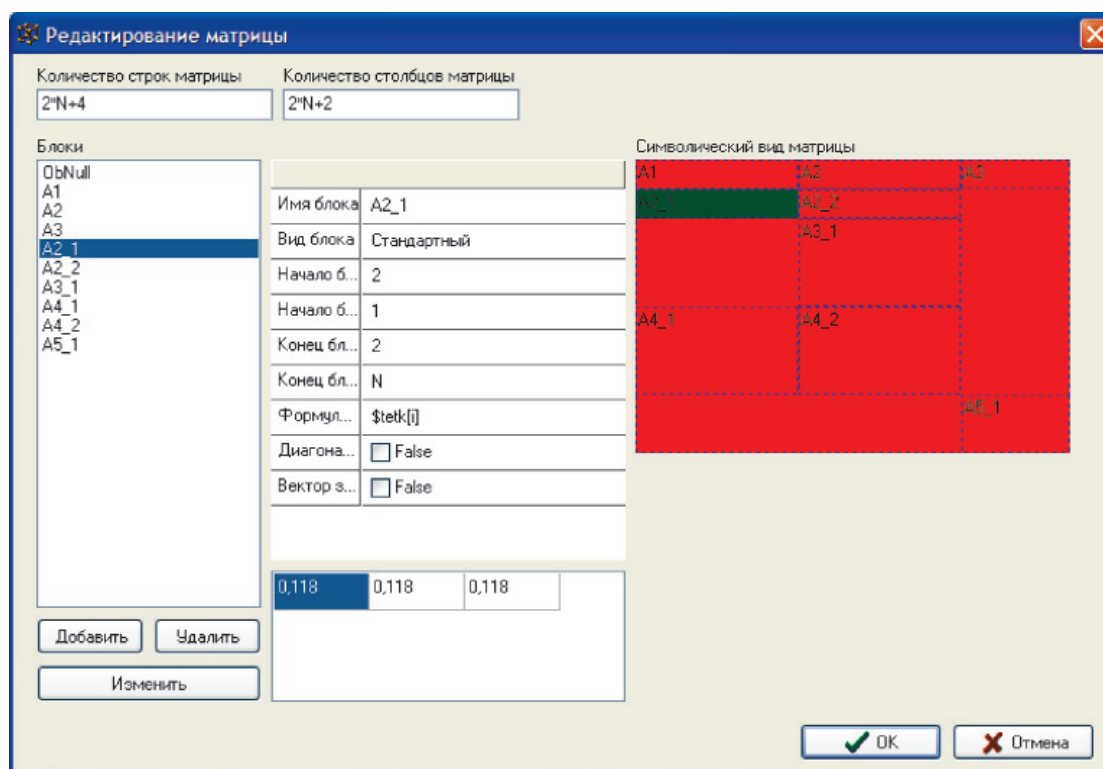


Рис. 1. Визуальный редактор матриц

Пакет [4] позволяет построить большое количество графиков зависимостей показателя эффективности бизнес-проекта от параметров модели с возможностью выбора шага расчетов в широком диапазоне изменения значений параметров. Кроме того, на одном рисунке можно проводить

параметрический анализ графиков, меняя значения параметров в соответствующих окнах интерфейса (слева на рис. 3). Пакет предусматривает также построение двух- и трехмерных Парето-множеств (в пространстве критериев) при решении многокритериальных задач.

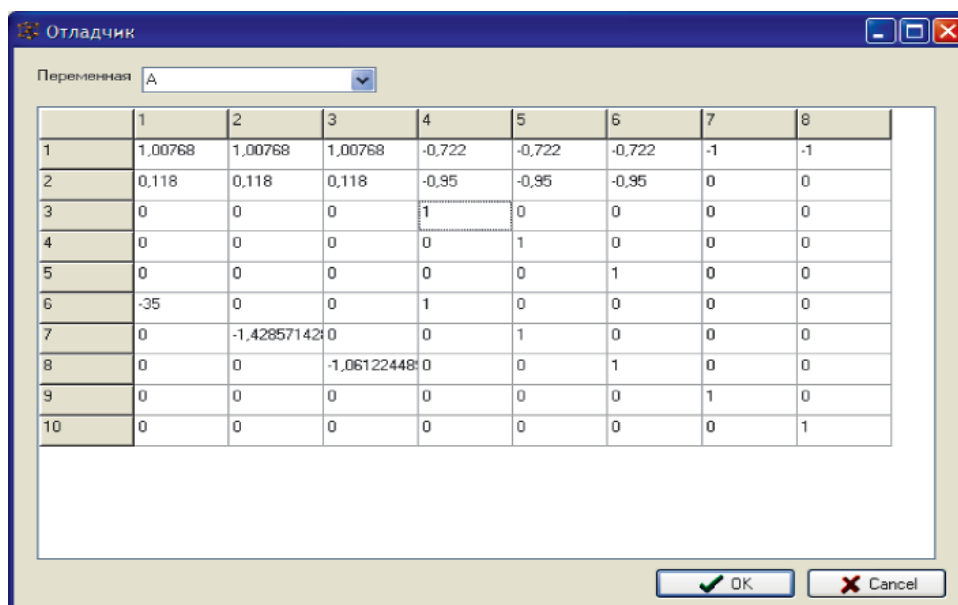


Рис. 2. Отладчик матриц

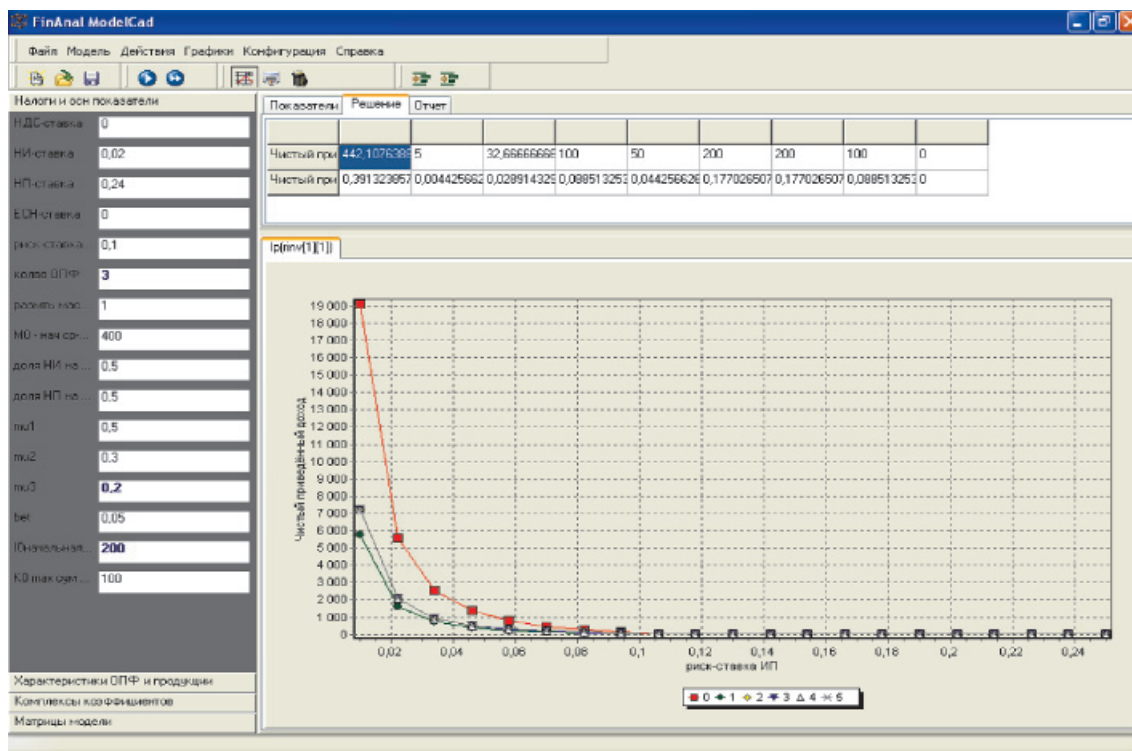


Рис. 3. Окно интерфейса АРМ бизнес-аналитика

К основным преимуществам созданного программного обеспечения, на наш взгляд, относятся:

- возможность создания математической модели в пользовательском режиме;
- наличие анализатора математических формул;
- визуальный редактор матриц, задаваемых по блокам, позволяющий заполнять их по заданным формулам, с помощью анализатора формул;
- возможность разделения параметров модели по группам для создания собственной конфигурации проекта;
- возможность защиты данных модели от несанкционированного доступа;
- возможность добавления описания модели;
- высокая скорость расчетов (график, содержащий информацию, получаемую при последовательном решении 100 задач линейного программирования, строится не более чем за 1 секунду);
- поддержка возможности выбора различных математических решателей с учетом математической модели, описывающей бизнес-проект. Например, библиотека с реализацией одно- или двухфазного симплекс-метода и библиотека с реализацией решателя с помощью генетических алгоритмов и пр.);
- встроенная система шифрования Blowfish;
- интуитивно понятный пользовательский интерфейс;
- построение и параметрический анализ большого количества графиков зависимостей от любых параметров модели на одном рисунке, а также параметрический анализ Парето-множеств;
- гибкая настройка вида графиков (легенда, метки, значения в точках);
- использование при вводе-выводе информации оригинального быстродействующего графического анализатора функций [2], позволяющего эффективно обрабатывать многопараметрические функции;
- масштабирование отдельных частей графиков для более детального их анализа.

Таким образом, комплекс программ [4, 13] является для конечного пользователя удобной основой при решении задач бизнес-планирования и получения оптимальных значений объемов инвестиций, производств продукции и соответствующих параметров финансово-хозяйственной деятельности предприятий (потоков прибыли, амортизации, налогов, заемных и собственных средств производителя и пр.). Кроме того, пакет совершенствуется и развивается [14] в направлении интересов конечного

пользователя – экономиста, финансиста, организатора бизнеса, управленца регионального уровня, – дополняясь блоками преобразования (автоматизированного внесения информации), а также автоматизированной постобработки полученной при решении информации.

Пакет [4] в настоящее время используется при расчете ряда инвестиционных проектов стратегического планирования в регионе [9, 11], бизнес-проектов малого и среднего бизнеса, оценки эффективности коммерческих проектов, проектов производственного [1], финансового [8] и управленческого [5] содержания.

Список литературы

1. Горбунов М.А. Инструменты диверсификации деятельности организации / М.А. Горбунов, А.В. Медведев // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 12(5). – С. 1012–1016.
2. Графический анализатор математических функций и решений алгебраических соотношений с параметрами / Программа для ЭВМ. Свидетельство Роспатента № 2004611968 от 26.08.2004. Правообладатели: А.В. Медведев, А.В. Смольянинов.
3. Гурман В.И., Матвеев Г.А., Трушкова Е.А. Социально-эколого-экономическая модель региона в параллельных вычислениях // *Управление большими системами: сборник трудов*. – 2011. – № 32. – С. 109–130.
4. Конструктор и решатель дискретных задач оптимального управления («Карма») / Программа для ЭВМ. Свидетельство Роспатента № 2008614387 от 11.09.2008. Правообладатели: А.В. Медведев, П.Н. Победаш, А.В. Смольянинов, М.А. Горбунов.
5. Косинский П.Д., Медведев А.В., Меркурьев В.В., Победаш П.Н. Математическое моделирование агломерации муниципальных образований // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 8(6). – С. 1446–1449.
6. Медведев А.В. Концепция оптимизационно-имитационного бизнес-планирования // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 1. – Ч. 2. – С. 198–201.
7. Медведев А.В. Об эффективном инструментарии анализа экономических систем // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 11(5). – С. 763–766.
8. Медведев А.В. Поддержка принятия решений при управлении региональной налоговой политикой // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 4. – С. 25–28.
9. Медведев А.В. Поддержка принятия решений при управлении экономикой региона. монография. – Кемерово: КемГУ, 2011. – 106 с.
10. Медведев А.В., Победаш П.Н. Применение z-преобразования и дискретного принципа максимума к анализу модели реальных инвестиций // *Вестник СибГАУ*. – 2006. – № 4(11). – С. 32–37.
11. Медведев А.В. Математическая модель оценки инвестиционной привлекательности региона // *Современные наукоемкие технологии*. – 2013. – № 8–2. – С. 357–361.
12. Медведев А.В. Применение z-преобразования к исследованию многокритериальных линейных моделей регионального экономического развития. монография. – Красноярск: Изд-во СибГАУ имени академика М.Ф. Решетнева. – 2008. – 228 с.
13. Программа для решения многошаговой задачи линейного программирования («Линейная динамика»)/

Программа для ЭВМ. Свидетельство Роспатента № 2004611491 от 17.06.2004. Правообладатели: А.В. Медведев, П.Н. Победаш.

14. Трусов А.Н., Иванченко П.Ю., Кацуро Д.А. Разработка автоматизированной информационной системы для оптимизационного анализа экономических процессов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 11. – С. 38–40.

15. Pobedash P.N. Applications of Operational Approach to Evaluation of Projects of Economic Systems Development // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. – 2013. – № 6(4). – P. 495–505.

References

1. Gorbunov M.A., Medvedev A.V. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental research], 2014, no. 12 (5), 1012–1016.

2. Graphic analyzer of mathematical functions and solutions of algebraic relations. Computer program. Certificate of Rospatent no. 2004611968 from 26.08.2004. Copyright: A.V. Medvedev, A.V. Smolyaninov.

3. Gurman V.I., Matveev G.A., Trushkova E.A. *Upravleniye bol'shimi sistemami. Sbornik trudov* [Managing large systems: a collection of papers], 2011, no. 32, 109–130.

4. Designer and solver of discrete optimal control problems. Computer program. Certificate of Rospatent no. 2008614387 from 11.09.2008. Copyright: A.V. Medvedev, P.N. Pobedash, A.V. Smolyaninov, M.A. Gorbunov.

5. Kosinski P.D., Medvedev A.V., Merkuriev V.V., Pobedash P.N. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental research], 2013, no. 8(6), 2860–2863.

6. Medvedev A.V. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i Fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of applied and fundamental research], 2014, no. 1(2), 198–201.

7. Medvedev A.V. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i Fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of applied and fundamental research], 2014, no. 11(5), 763–766.

8. Medvedev A.V. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i Fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of applied and fundamental research], 2014, no. 4, 25–28.

9. Medvedev A.V. *Podderzhka prinyatiya reshenii pri upravlenii ekonomikoï regiona* [Support decision-making in the

management of the region economy, Monograph], Kemerovo, Kemerovo State University, 2011, 106 p.

10. Medvedev A.V., Pobedash P.N. *Vestnik sibirskogo gosudarstvennogo universiteta imeny akademika M.F. Reshetneva*. [Bulletin of the Siberian State Aerospace University named after academician M.F. Reshetnev], 2006, 4(11), 220–223.

11. Medvedev A.V. *Sovremennye naukoemye tekhnologii* [Modern high technologies], 2013, no. 8–2, 357–361.

12. Medvedev A.V. *Primeneniye z-preobrazovaniya k issledovaniyu mnogokriterial'nykh lineinykh modeley regional'nogo ekonomicheskogo razvitiya* [Application of the z-transformation to the study of multiobjective linear models of regional economic development. Monograph], Krasnoyarsk, SibSAU named after M.F. Reshetnev, 2008, 228 p.

13. The program for the solution of multi-step linear control problem. Computer program. Certificate of Rospatent no. 2004611491 from 17.06.2004. Copyright: A.V. Medvedev, P.N. Pobedash.

14. Trusov A.N., Ivanchenko P.Yu., Katsuro D.A. *Sovremennye naukoemye tekhnologii* [Modern high technologies], 2014, no. 11, 38–40.

15. Pobedash P.N. Applications of Operational Approach to Evaluation of Projects of Economic Systems Development // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics, 2013, 6(4), 495–505.

Рецензенты:

Зыков В.С., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела (ОАО «ВНИМИ»), Кемеровское представительство, г. Кемерово;

Косинский П.Д., д.э.н., профессор кафедры государственного и муниципального управления Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 18.02.2015.